



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 015 545 A1 2004.11.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 015 545.3

(22) Anmeldetag: 30.03.2004

(43) Offenlegungstag: 11.11.2004

(51) Int Cl.⁷: F01N 9/00

(30) Unionspriorität:

2003-94851 31.03.2003 JP

(74) Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336
München

(71) Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

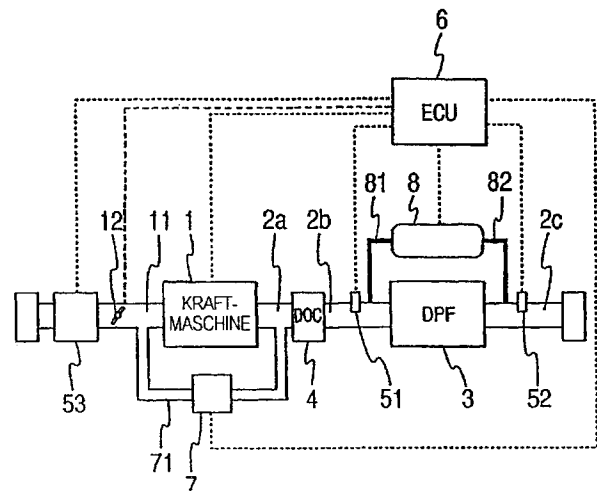
(72) Erfinder:

Okugawa, Shinichiro, Kariya, Aichi, JP;
Kuboshima, Tsukasa, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Abgasreinigungssystem einer Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Ein Abgasreinigungssystem einer Dieselmotorkraftmaschine (1) hat einen Dieselpartikelfilter (einen DPF) (3), der in einem Abgaskanal (2) angeordnet ist, und einen Dieseloxydationskatalysator (einen DOC) (4), der stromaufwärts von dem DPF (3) angeordnet ist. Wenn eine elektronische Steuereinheit (eine ECU) (6) einen Temperaturerhöhungsvorgang wie zum Beispiel eine Nacheinspritzung zum Beseitigen von in dem DPF (3) gesammelten Partikelstoffen durchführt, dann wird ein Verhältnis (ein Pulsdauerverhältnis) zwischen einer Wirkperiode und einer Unterbrechungsperiode des Temperaturerhöhungsvorganges gemäß einer Temperatur des DPF (3) geändert. Somit wird eine dem DOC (4) zugeführte Kohlenwasserstoffmenge schrittweise oder kontinuierlich gesteuert. Somit kann die Temperatur des DPF (3) schnell auf eine Soll-Temperatur erhöht werden, und sie kann nahe der Soll-Temperatur aufrechterhalten werden, wenn die Regenerierung des DPF (3) durchgeführt wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Abgasreinigungssystem einer Brennkraftmaschine mit einem Partikelfilter in einem Abgaskanal. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Abgasreinigungssystem, das eine Temperaturerhöhungsregenerierung eines Partikelfilters durchführen kann.

Stand der Technik

[0002] Unlängst hat ein Abgasreinigungssystem als eine Maßnahme zum Umweltschutz an Bedeutung gewonnen, dass das Auslassen von schädlichen Komponenten durch Behandlung des Abgases reduziert, das aus einer Brennkraftmaschine mit einem Katalysator oder einem Filter ausgelassen wird. Zum Beispiel ist ein Abgasreinigungssystem mit einem Dieselpartikelfilter (DPF) bekannt, der in einem Abgasrohr zum Sammeln von Partikelstoffen angeordnet ist, die von der Dieselmotorkraftmaschine ausgelassen werden. Der DPF wird durch Verbrennen und eliminieren der gesammelten Partikelstoffe regelmäßig regeneriert. Somit kann der DPF kontinuierlich verwendet werden.

[0003] Die Regenerierung des DPF wird durch Erhöhen der Temperatur des DPF auf eine bestimmte Temperatur (zum Beispiel 600°C oder mehr) durchgeführt, bei der die Partikelstoffe verbrannt werden können, wenn die Menge der gesammelten Partikelstoffe (nachfolgend eine Partikelstoffsammellänge PM) einen vorbestimmten Wert erreicht. Die Partikelstoffsammellänge PM wird auf der Grundlage einer Druckdifferenz über den DPF berechnet. Dabei führt eine Temperaturerhöhungseinrichtung eine Nacheinspritzung, eine Verzögerung der Kraftstoffeinspritzzeitgebung, eine Begrenzung der Einlassluft oder dergleichen durch. Jedoch verschlechtern derartige Temperaturerhöhungsverfahren den Kraftstoffverbrauch.

[0004] Wenn sich die Temperatur T des DPF zum Durchführen der Regenerierung erhöht, dann wird die Verbrennungsgeschwindigkeit der Partikelstoffe erhöht, und die Regenerierung wird in einer kurzen Zeitlänge beendet. Infolgedessen kann die Verschlechterung des Kraftstoffverbrauches reduziert werden, der von der Regenerierung des DPF begleitet wird. Falls jedoch die DPF-Temperatur T zu hoch ist, dann besteht die Möglichkeit eine Beschädigung des DPF, einer Verschlechterung eines Oxidationskatalysators, der durch den DPF gestützt ist, oder dergleichen, wie dies in der **Fig. 13** gezeigt ist. In der **Fig. 13** stellt eine durchgezogene Linie „v“ die Verbrennungsgeschwindigkeit der gesammelten Partikelstoffe dar, eine andere durchgezogene Linie „f“ ist der Verschlechterungsgrad des Kraftstoffverbrauches, und eine Fläche H ist ein Temperaturbereich,

bei dem eine Möglichkeit der Verschlechterung des Oxidationskatalysators oder der Beschädigung des DPF besteht. Um die Verschlechterung des Kraftstoffverbrauches zu unterbinden und die Regenerierung des DPF sicher durchzuführen, muss daher die DPF-Temperatur T nahe einer vorbestimmten Temperatur aufrecht erhalten werden. Daher wird üblicherweise eine Temperatur des Abgases stromaufwärts oder stromabwärts von dem DPF erfasst, und die Temperaturerhöhungseinrichtung wird so betrieben, dass die erfasste Temperatur mit der Soll-Temperatur übereinstimmt.

[0005] Bei einer Technik, die in der ungeprüften japanischen Patentoffenlegungsschrift JP-H11-101122 offenbart ist, ist ein Oxidationskatalysator (ein Dieseloxydationskatalysator: nachfolgend als DOC) stromaufwärts von dem DPF in Reihen angeordnet, wie dies in der **Fig. 14A** gezeigt ist, und die Temperatur des Abgases stromaufwärts von dem DPF und stromabwärts von dem DOC wird als die DPF-Temperatur T erfasst. Wie dies in der **Fig. 15** gezeigt ist, wird dann der Temperaturerhöhungsvorgang durch die Temperaturerhöhungseinrichtung gestoppt (wie dies durch einen Zustand „AUS“ bei einer durchgezogenen Linie „T-UP“ in der **Fig. 15** gezeigt ist), falls die DPF-Temperatur T einen vorbestimmten Wert überschreitet (zum Beispiel 500°C). Falls die DPF-Temperatur T kleiner als die vorbestimmte Temperatur ist (zum Beispiel 500°C), dann wird der Temperaturerhöhungsvorgang durch die Temperaturerhöhungseinrichtung durchgeführt (wie dies durch einen Zustand „EIN“ bei der durchgezogenen Linie T-UP in der **Fig. 15** gezeigt ist). In der **Fig. 15** stellt eine Fläche L einen Temperaturbereich dar, bei dem die gesammelten Partikelstoffe nicht verbrannt werden können.

[0006] Jedoch führt die vorstehend genannte Technik ausschließlich den Vorgang zum Schalten der Temperaturerhöhungseinrichtung durch, die die Nacheinspritzung zum Beispiel zwischen einem Betriebszustand und einem Stoppzustand durchführt. Falls die Nacheinspritzung bei einem Zeitpunkt t_A in der **Fig. 16** gestoppt wird (AUS), wenn die Temperatur des Abgases, die durch eine dünne Linie „b“ in der **Fig. 16** gezeigt ist, sich der vorbestimmten Soll-Temperatur T_t während eines Betriebs zum Schalten zwischen einem Betrieb und einer Unterbrechung der Nacheinspritzung annähert, dann verringert sich daher die Temperatur des DOC schnell, wie dies durch eine gestrichelte Linie „a“ in der **Fig. 16** gezeigt ist. Dies ist dadurch begründet, dass das Abgas mit niedriger Temperatur in den DOC eintritt und eine Erzeugung von Reaktionswärme von Kohlenwasserstoffen gestoppt wird. Die Änderung der erfassten Temperatur des Abgases stromaufwärts von dem DPF, die durch dünne Linie „b“ in der **Fig. 16** gezeigt ist, wird hinsichtlich der Änderung der DOC-Temperatur verzögert, wie dies durch die gestrichelte Linie „a“ ge-

zeigt ist. Daher wird bei diesem Zeitpunkt die durch die dünne Linie „b“ gezeigte erfasste Temperatur für eine Weile auf eine hohe Temperatur aufrecht erhalten. Eine in der **Fig. 14B** gezeigte graphische Darstellung zeigt eine Temperaturverteilung in dem in der **Fig. 14A** gezeigten Abgasrohr während dieser Zeit auf der Grundlage von Temperaturen, die bei Punkten P1 – P7 erfasst werden, wie dies in der **Fig. 14A** gezeigt ist.

[0007] Insbesondere wird die Nacheinspritzung unterbrochen (AUS), während die Abgastemperatur stromaufwärts von dem DPF, die durch die dünne Linie „b“ gezeigt wird, auf der hohen Temperatur aufrecht erhalten wird. Die Nacheinspritzung wird erneut gestartet, wenn die Temperatur des Abgases stromaufwärts von dem DPF, die durch die dünne Linie „b“ gezeigt ist, kleiner wird als die Soll-Temperatur (zum Beispiel 500°C) T_t bei einem Zeitpunkt t_b gemäß der **Fig. 16**. Die DOC-Temperatur wurde stark verringert, wie dies durch die gestrichelte Linie „a“ in der **Fig. 16** gezeigt ist, und zwar während jener Zeit, wenn die Nacheinspritzung bei dem Zeitpunkt t_b erneut gestartet wird. Daher tritt das Abgas mit niedriger Temperatur in den DPF ein, das durch den DOC mit niedriger Temperatur hindurch tritt. Infolgedessen verringert sich die DPF-Temperatur stromabwärts von dem DOC einmal stark, wie dies durch eine dicke Linie „c“ in der **Fig. 16** gezeigt ist, und zwar trotz der Tatsache, dass die Nacheinspritzung durchgeführt wird.

[0008] Somit dauert es eine lange Zeit, bevor die DOC-Temperatur durch die Wärme der Kohlenwasserstoffreaktion erhöht wird, die durch den Neustart der Nacheinspritzung erzeugt wird, wie dies durch die gestrichelte Linie „a“ gezeigt ist, und nachfolgend wird die Temperatur des DPFs stromabwärts von dem DOC auf die Nähe der Soll-Temperatur T_t wiederhergestellt, wie dies durch die dicke Linie „c“ gezeigt ist. Wenn die Nacheinspritzung durchgeführt wird, aber die DPF-Temperatur niedrig ist (zum Beispiel 450°C oder weniger), dann ist die Verbrennungsgeschwindigkeit der Partikelstoffe an dem DPF klein. In einem derartigen Zustand ist der Kraftstoffverbrauch aufgrund der Nacheinspritzung verschlechtert, aber wenige oder keine Partikelstoffe an dem DPF können verbrannt werden.

Aufgabenstellung

[0009] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Abgasreinigungssystem vorzusehen, das in geeigneter Weise eine Energiemenge bestimmen kann, die zum Regenerieren eines Partikelfilters eingegeben wird. Somit kann die Temperatur des Partikelfilters schnell auf die Soll-Temperatur erhöht werden, und sie kann nahe der Soll-Temperatur während der Regenerierung des Partikelfilters aufrecht erhalten werden. Infolgedessen kann eine Verschlechterung des

Kraftstoffverbrauches verhindert werden, die dann hervorgerufen werden würde, wenn die gesammelten Partikelstoffe nicht verbrannt werden können. Außerdem kann die Regenerierung des Partikelfilters effizient durchgeführt werden, während eine Bestätigung des Partikelfilters oder eine Verschlechterung eines Oxidationskatalysators verhindert wird.

[0010] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung hat ein Abgasreinigungssystem einer Brennkraftmaschine einen Partikelfilter, eine Temperaturerhöhungseinrichtung, eine Temperaturschätzeinrichtung, eine Partikelstoffsammelmengenschätzeinrichtung und eine Regeneriereinrichtung. Der Partikelfilter ist in einem Abgaskanal der Brennkraftmaschine angeordnet. Die Temperaturerhöhungseinrichtung erhöht eine Temperatur des Partikelfilters. Die Temperaturschätzeinrichtung schätzt die Temperatur des Partikelfilters. Die Partikelstoffsammelmengenschätzeinrichtung schätzt eine Partikelstoffmenge, die in dem Partikelfilter gesammelt ist. Die Regeneriereinrichtung regeneriert den Partikelfilter durch Steuern der Temperaturerhöhungseinrichtung, um die Temperatur des Partikelfilters auf eine vorbestimmte Temperatur zu erhöhen, und durch Eliminieren der gesammelten Partikelstoffe durch eine Verbrennung, wenn die Menge der gesammelten Partikelstoffe einen vorbestimmten Wert überschreitet, die durch die Partikelstoffsammelmengenschätzeinrichtung geschätzt wird. Die Regeneriereinrichtung hat eine Energieeingabemengenbestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Energiemenge, die durch die Temperaturerhöhungsmenge eingegeben wird, und zwar gemäß der Temperatur des Partikelfilters, die durch die Temperaturschätzeinrichtung geschätzt wird.

[0011] Bei dem vorstehend beschriebenen Aufbau legt die Regeneriereinrichtung die Energieeingabemenge, die durch die Temperaturerhöhungseinrichtung eingegeben wird, gemäß der Temperatur des Partikelfilters auf einen optimalen Wert fest, und sie ändert die Energieeingabemenge gemäß der Änderung der Temperatur des Partikelfilters. Somit wird die Temperatur des Partikelfilters schnell auf die Soll-Temperatur erhöht und nahe der Soll-Temperatur aufrecht erhalten. Daher kann eine Verschlechterung des Kraftstoffverbrauches, eine Beschädigung des Partikelfilters oder eine Verschlechterung eines Oxidationskatalysators verhindert werden. Somit kann die Regenerierung des Partikelfilters effizient durchgeführt werden.

Ausführungsbeispiel

[0012] Merkmale und Vorteile von Ausführungsbeispielen werden ebenso wie die Betriebsweisen und die Funktionen der dazugehörigen Bauteile auf der folgenden detaillierten Beschreibung, den beigefügten Ansprüchen und den Zeichnungen ersichtlich, die

alle Bestandteile dieser Anmeldung sind. Zu den Zeichnungen:

[0013] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Abgasreinigungssystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0014] Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer anderen Bauart eines Abgasreinigungssystems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0015] Fig. 3 zeigt eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen einer Druckdifferenz über einen DPF und einer Partikelstoffsammelmenge hinsichtlich einer Abgasdurchsatzrate gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0016] Fig. 4 zeigt eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen einem Pulsdauerverhältnis bei einem Temperaturerhöhungsvorgang und einer DPF-Temperatur gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0017] Fig. 5 zeigt eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen dem Pulsdauerverhältnis bei dem Temperaturerhöhungsvorgang und einer Kohlenwasserstoffmenge, die in dem Abgas enthalten ist, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0018] Fig. 6 zeigt eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen der Kohlenwasserstoffmenge, die in dem Abgas enthalten ist, und der DPF-Temperatur gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0019] Fig. 7 zeigt eine Zeitkarte eines Verfahrens zum Schalten einer Temperaturerhöhungseinrichtung zwischen einem Betriebszustand und einem Unterbrechungszustand auf der Grundlage des Pulsdauerverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0020] Fig. 8 zeigt eine Zeitkarte eines Verfahrens zum Schalten zwischen einer Funktion und einer Unterbrechung einer Nacheinspritzung auf der Grundlage des Pulsdauerverhältnisses gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0021] Fig. 9 zeigt ein Flussdiagramm einer Regenerierungssteuerung, die durch eine ECU gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel durchgeführt wird;

[0022] Fig. 10 zeigt ein Zeitdiagramm einer Änderungswirkung des Pulsdauerverhältnisses bei dem Temperaturerhöhungsvorgang gemäß der DPF-Temperatur gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0023] Fig. 11 zeigt ein Zeitdiagramm einer Wirkung eines Temperatursteuerverfahrens gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0024] Fig. 12 zeigt ein Flussdiagramm einer Regenerierungssteuerung, die durch eine ECU gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird;

[0025] Fig. 13 zeigt eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen einer Verbrennungsgeschwindigkeit von Partikelstoffen und einem Verschlechterungsgrad des Kraftstoffverbrauches hinsichtlich der DPF-Temperatur gemäß dem Stand der Technik;

[0026] Fig. 14A zeigt eine schematische Ansicht eines Abgasrohres gemäß dem Stand der Technik;

[0027] Fig. 14B zeigt eine graphische Darstellung der Temperaturverteilung in dem Abgasrohr gemäß der Fig. 14A, falls sich die Temperatur eines DOC schnell verringert;

[0028] Fig. 15 zeigt ein Zeitdiagramm eines Temperatursteuerverfahrens gemäß dem Stand der Technik; und

[0029] Fig. 16 zeigt ein Zeitdiagramm eines Überganges der DPF-Temperatur, während die Temperaturerhöhungseinrichtung gemäß dem Stand der Technik gestoppt wird.

(Erstes Ausführungsbeispiel)

[0030] Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 wird ein Abgasreinigungssystem einer Dieselmotormaschine 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Wie dies in der Fig. 1 gezeigt ist, ist ein Dieselpartikelfilter (ein DPF) 3 zwischen Abgasrohren 2b, 2c angeordnet, die einen Abgaskanal 2 der Dieselmotormaschine 1 bilden. Ein Oxidationskatalysator (ein Dieseloxidationskatalysator: ein DOC) 4 ist stromaufwärts von dem DPF 3 zwischen den Abgasrohren 2a, 2b angeordnet. Der DPF 3 ist ein Keramikfilter mit einer im Allgemeinen bekannten Struktur. Zum Beispiel ist der DPF 3 aus einer wärmebeständigen Keramik wie zum Beispiel Kordierit mit der Form einer Wabenstruktur ausgebildet, die eine Vielzahl der Zellen als Gaskanäle aufweist, die durch Trennwände vorgesehen sind. Ein Einlass oder ein Auslass der jeweiligen Zelle ist abwechselnd blockiert. Das aus der Kraftmaschine 1 ausgelassene Abgas strömt stromabwärts, während es durch die porösen Trennwände des DPF 3 hindurchströmt. Dabei werden Partikelstoffe gesammelt und in dem DPF 3 allmählich angesammelt.

[0031] Der DOC 4 hat eine im Allgemein bekannte Struktur, bei dem ein keramisches Stützelement, das aus einem Wabenstrukturkörper aus Kordierit und dergleichen gebildet ist, einen Oxidationskatalysator an seiner Oberfläche stützt. Der DOC 4 verbrennt Kohlenwasserstoffe (HC), die in dem Abgaskanal 2

zugeführt werden, durch eine katalytische Reaktion, und er erhöht die Temperatur des Abgases. Somit erhöht der DOC 4 die Temperatur des DPF 3. Der Oxidationskatalysator kann an dem DPF 3 gestützt sein, oder er kann nicht an dem DPF 3 gestützt sein. Bei dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel wird jener DPF 3 verwendet, der keinen Oxidationskatalysator stützt. Alternativ kann eine Systemstruktur verwendet werden, die den DPF 3 aufweist, der zwar den Oxidationskatalysator stützt, aber keinen DOC 4 enthält.

[0032] Ein Abgastemperatursensor 51 ist in dem Abgasrohr 2b stromaufwärts von dem DPF 3 angeordnet, und ein anderer Abgastemperatursensor 52 ist in dem Abgasrohr 2c stromabwärts von dem DPF 3 angeordnet. Die Abgastemperatursensoren 51, 52 sind mit der ECU 6 verbunden, um die Temperatur des Einlassgases und des Auslassgases des DPF 3 zu erfassen und um die Temperatur zu der ECU 6 jeweils abzugeben. Die ECU 6 schätzt die Temperatur (die mittlere Temperatur) des DPF 3 auf der Grundlage der Abgaben von den Abgastemperatursensoren 51, 52. eine Luftdurchsatzmessvorrichtung (ein Einlassdurchsatzratensensor) 53 ist in einem Einlassrohr 11 der Kraftmaschine 1 angeordnet, um die Einlassluftdurchsatzrate zu der ECU 6 abzugeben. Ein Einlassdrosselventil 12 ist in dem Einlassrohr 11 stromabwärts von der Luftdurchsatzvorrichtung 53 angeordnet, um die Einlassluftdurchsatzrate als Reaktion auf einen Befehl von der ECU 6 zu erhöhen oder zu verringern. Das Einlassrohr 11 der Kraftmaschine 1 ist mit dem Abgasrohr 2a stromaufwärts von dem DOC 4 durch ein EGR-Rohr 71 mit einem EGR-Ventil 7 in Verbindung. Das EGR-Ventil 7 vermehrt oder verringert eine Abgasrückführungs Menge (eine EGR-Menge) des Abgases, das zu der Einlassluft rückgeführt wird, und zwar als Reaktion auf den Befehl von der ECU 6.

[0033] Die Abgastemperatursensoren 51, 52 zum Erfassen der Temperaturen des Abgases stromaufwärts und stromabwärts von dem DPF 3 sind stromaufwärts bzw. stromabwärts von dem DPF 3 angeordnet. Alternativ kann ein einziger Abgastemperatursensor stromaufwärts oder stromabwärts von dem DPF 3 angeordnet sein, und die Temperatur des DPF 3 kann aus der Abgabe von dem Abgastemperatursensor geschätzt werden.

[0034] Ein Druckdifferenzsensor 8 erfassen einer Druckdifferenz über den DPF 3 ist mit den Abgasrohren 2b, 2c verbunden, um eine Menge der Partikelstoffe zu schätzen, die in dem DPF 3 gesammelt und angehäuft wird (eine Partikelstoffsammelmenge PM). Ein Ende des Druckdifferenzsensors 8 ist mit dem Abgasrohr 2b stromaufwärts von dem DPF 3 durch ein Druckeinführungsrohr 81 verbunden, und das andere Ende von dem Druckdifferenzsensor 8 ist mit dem Abgasrohr 2c stromabwärts von dem DPF 3 durch ein anderes Druckeinführungsrohr 83 verbun-

den. Somit gibt der Druckdifferenzsensor 8 ein Signal entsprechend der Druckdifferenz über den DPF 3 zu der ECU 6 ab.

[0035] Außerdem ist die ECU 6 mit verschiedenen Sensoren wie zum Beispiel ein Beschleunigungsvorrichtungssensor oder ein Kraftmaschinen-drehzahlsensor verbunden. Die ECU 6 erfasst einen Betriebszustand der Kraftmaschine 1 auf der Grundlage der Erfassungssignale, die von den verschiedenen Sensoren abgegeben werden. Die ECU 6 berechnet eine optimale Kraftstoffeinspritzmenge, eine optimale Einspritzzeitgebung, einen optimalen Einspritzdruck und dergleichen gemäß dem Betriebszustand, und sie steuert die Kraftstoffeinspritzung in die Kraftmaschine 1. Die ECU 6 steuert die Einlassluftdurchsatzrate durch Regulieren eines Ventilöffnungsgrades des Einlassdrosselventils 12, und sie steuert die EGR-Menge durch Regulieren eines Ventilöffnungsgrades des EGR-Ventils 7.

[0036] Als nächstes wird eine Regenerierungssteuerung des DPF 3 beschrieben, die durch die ECU 6 durchgeführt wird. Die ECU 6 hat eine Temperaturerhöhungseinrichtung zum Erhöhen der Temperatur des DPF 3 durch Vermehren der Kohlenwasserstoffmenge, die in dem Abgas enthalten ist, und durch Nutzen der Reaktionswärme der Kohlenwasserstoffe, die bei dem DOC 4 erzeugt wird. Die ECU 6 hat eine Partikelstoffsammelmengenschätzeinrichtung zum Schätzen der Partikelstoffsammelmenge PM des DPF 3. Die ECU 6 hat eine Regeneriereinrichtung zum Betreiben der Temperaturerhöhungseinrichtung zum Erhöhen der Temperatur des DPF 3 auf eine vorbestimmte Temperatur, wenn die Partikelstoffsammelmenge PM einen vorbestimmten Wert α überschreitet. Somit werden die gesammelten Partikelstoffe durch die Verbrennung beseitigt, und der DPF 3 wird regeneriert. Die ECU 6 hat eine Temperaturschätzeinrichtung zum Schätzen der Temperatur des DPF 3 (die DPF-Temperatur T) auf der Grundlage der Abgaben von den Abgastemperatursensoren 51, 52.

[0037] Die Temperaturerhöhungseinrichtung führt eine Nacheinspritzung, eine Verzögerung der Kraftstoffeinspritzzeitgebung, eine Begrenzung der Einlassluft, eine Vermehrung der EGR-Menge und dergleichen durch. Durch derartige Vorgänge wird die Menge der nicht verbrannten Kohlenwasserstoffe vermehrt, die dem Abgaskanal 2 zugeführt wird. Die Temperatur des Abgases wird durch die Verzögerung der Kraftstoffeinspritzzeitgebung, der Vermehrung der EGR-Menge und dergleichen erhöht. Wie dies in einem Beispiel eines anderen Systemaufbaus gezeigt ist, wie dies in der Fig. 2 gezeigt ist, können die Kohlenwasserstoffe von einer Kraftstoffzugabevorrichtung 9 direkt zugeführt werden, die in dem Abgasrohr 2a stromaufwärts von dem DOC 4 angeordnet ist. Die Temperaturerhöhungseinrichtung kann einen

der vorstehend genannten Vorgänge oder irgendeine Kombination der vorstehend genannten Vorgänge durchführen.

[0038] Die Partikelstoffsammelmengenschätzeinrichtung schätzt die Partikelstoffsammelmenge PM aus der Druckdifferenz ΔP über den DPF 3, die zum Beispiel durch den Druckdifferenzsensor 8 erfasst wird. Wie dies in der Fig. 3 gezeigt ist, erhöht sich die Druckdifferenz ΔP über den DPF 3, wenn sich die Partikelstoffsammelmenge PM vermehrt, falls die Durchsatzrate QE des Abgases gleich ist. Die Partikelstoffsammelmenge PM vermehrt sich entlang eines Pfeiles in der Fig. 3. Daher kann die Partikelstoffsammelmenge PM dadurch berechnet werden, dass die Beziehung im Voraus erhalten wird. Alternativ kann die Partikelstoffsammelmenge PM auf der Grundlage des Betriebszustandes der Kraftmaschine 1 geschätzt werden, der durch die Abgaben von den verschiedenen Sensoren erfasst wird. Alternativ können die vorstehend genannten Schätzverfahren miteinander kombiniert werden. Bei dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel schätzt die Temperaturschätzeinrichtung die DPF-Temperatur T auf der Grundlage der Abgaben von den Abgastemperatursensoren 51, 52. Alternativ kann nur ein einziger Abgastemperatursensor stromaufwärts oder stromabwärts von dem DPF 3 angeordnet sein, und die Temperaturschätzeinrichtung kann die DPF-Temperatur T auf der Temperatur des Abgases stromaufwärts oder stromabwärts von dem DPF 3 schätzen.

[0039] Die Temperaturen von dem DOC 4 und dem DPF 3 werden durch ein Gleichgewicht zwischen der erzeugten Wärme durch die Oxidationsreaktion der Kohlenwasserstoffe und der Wärmediffusion zu dem Abgas oder dem umgebenden Bereich bestimmt. Die Regeneriereinrichtung gemäß dem Stand der Technik kann ausschließlich dem zweistufigen Betrieb zum Schalten der Temperaturerhöhungseinrichtung zwischen dem Betriebszustand und dem gestoppten Zustand durchführen. Falls die Abgabe von dem Abgastemperatursensor den vorbestimmten Wert überschreitet, dann wird daher die Temperaturerhöhungseinrichtung gestoppt. Falls jedoch die Wärmeerzeugung durch die Oxidationsreaktion der Kohlenwasserstoffe plötzlich beseitigt ist, dann wird die Wärmediffusion zu dem Abgas oder dem umgebenden Bereich schnell relativ groß. Falls insbesondere die Zufuhr der Kohlenwasserstoffe gestoppt wird, dann verringert sich die Temperatur schnell an einem stromaufwärtigen Endabschnitt des DOC 4. Jedoch gibt es eine Verzögerung, bevor die Temperaturverringern einen stromabwärtigen Endabschnitt des DOC 4 erreicht, und die Temperaturverringern schlägt sich in der Temperatur des stromabwärtigen Abgases und in der Abgabe von dem Abgastemperatursensor nieder. Daher wird die Temperatur des DOC 4 weiter verringert, bevor die Regeneriereinrichtung die Temperaturerhöhungseinrichtung erneut startet. Daher

benötigt die Temperaturerhöhung des DPF 3 eine lange Zeit, und keine oder wenig Partikelstoffe können verbrannt werden, während die Temperatur des DPF erhöht wird. Infolgedessen benötigt die Regenerierung eine lange Zeit, und der Kraftstoffverbrauch ist verschlechtert.

[0040] Daher wird bei dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel die Wärmeerzeugung durch die Oxidationsreaktion der Kohlenwasserstoffe allmählich verringert, falls die Abgabe von dem Abgastemperatursensor, die die DPF-Temperatur T darstellt, den vorbestimmten Wert überschreitet. Infolgedessen wird die Wärmediffusion zu dem Abgas oder dem umgebenden Bereich größer als die Wärmeerzeugung durch die Oxidationsreaktion der Kohlenwasserstoffe. Somit verringert sich die Temperatur des DOC 4 oder des DPF 3, und der übermäßige Temperaturanstieg kann verhindert werden. Außerdem kann die Temperatur des DOC 4 allmählich und nicht schnell verringert werden.

[0041] Daher hat bei dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel die Regeneriereinrichtung eine Energieeingabemengenbestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Energiemenge, die durch die Temperaturerhöhungseinrichtung eingegeben wird, und zwar gemäß der DPF-Temperatur T, die durch die Temperaturschätzeinrichtung geschätzt ist. Insbesondere hat die Energieeingabemengenbestimmungseinrichtung eine Pulsdauerverhältnisbestimmungseinrichtung zum Bestimmen eines Periodenverhältnisses (eines Pulsdauerverhältnisses) zwischen einer Wirkperiode und einer Unterbrechungsperiode des Temperaturerhöhungsvorganges der durch die Temperaturerhöhungseinrichtung gemäß der Temperatur des DPF 3 durchgeführt wird und zum Ändern des Pulsdauerverhältnisses gemäß der Änderung der DPF-Temperatur T jeweils in vorbestimmten Zyklen (10s oder weniger). Bei dem Stand der Technik wird der Temperaturerhöhungsvorgang wie zum Beispiel die Nacheinspritzung einmal unterbrochen, falls die Abgabe von dem Abgastemperatursensor oder die Temperatur, die die DPF-Temperatur T darstellen, den vorbestimmten Wert auf nur leicht überschreitet. Im Gegensatz dazu wird bei dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel die Frequenz zum Durchführen des Temperaturerhöhungsvorganges schrittweise oder kontinuierlich gemäß der erfassten Temperatur anders als bei dem zweistufigen Betrieb bei dem Stand der Technik verringert. Daher kann die schnelle Temperaturverringern des DOC 4 verhindert werden. Infolgedessen kann die DPF-Temperatur T in einfacher Weise nahe der Soll-Temperatur T_t aufrecht erhalten werden. Daher wird die DPF-Temperatur nicht stark verringert, wenn die Abgabe von dem Abgastemperatursensor kleiner wird als der vorbestimmte Wert, und der Temperaturerhöhungsvorgang wie zum Beispiel die Nacheinspritzung wird erneut gestartet, so dass ein geeignete

ter Regenerierzustand aufrecht erhalten werden kann.

[0042] Wie dies in der **Fig. 4** gezeigt ist, wird die DPF-Temperatur T insbesondere erhöht, wenn das Pulsdauerverhältnis DR erhöht wird. Falls das Pulsdauerverhältnis DR , das zum aufrecht erhalten der DPF-Temperatur T auf die Soll-Temperatur T_t erforderlich ist, ein Verhältnis DR_A ist (zum Beispiel 60%), dann wird das Pulsdauerverhältnis DR von dem Verhältnis DR_A auf ein anderes Verhältnis DR_B verringert (zum Beispiel 55%), wenn die DPF-Temperatur T größer ist als die Soll-Temperatur T_t . Falls die DPF-Temperatur T kleiner ist als die Soll-Temperatur T_t , dann wird das Pulsdauerverhältnis DR von dem Verhältnis DR_A auf ein anderes Verhältnis DR_C erhöht (zum Beispiel 65%) oder auf ein anderes Verhältnis DR_D (zum Beispiel 100%) erhöht. Anstatt das Pulsdauerverhältnis DR durch Festlegen des Pulsdauerverhältnisses DR auf 4 Niveaus (die Verhältnisse DR_A , DR_B , DR_C , DR_D) auf der Grundlage des Verhältnisses DR_A gemäß der DPF-Temperatur D zu schalten, kann das Pulsdauerverhältnis DR kontinuierlich gemäß der DPF-Temperatur T geändert werden. Falls die DPF-Temperatur T so hoch wird, dass die Verschlechterung des Oxidationskatalysators oder die Beschädigung des DPF 3 hervorgerufen werden könnten, dann kann die Sicherheit dadurch verbessert werden, dass der Temperaturerhöhungsvorgang durch Festlegen des Pulsdauerverhältnisses DR auf 0% gestoppt wird, bis sich die DPF-Temperatur T auf dem vorbestimmten Wert oder weniger verringert hat. Wenn die DPF-Temperatur T kleiner ist als eine Aktivierungstemperatur des Oxidationskatalysators (zum Beispiel 200°C), dann wird keine oder eine kleine Temperaturerhöhungswirkung ausgeübt, auch wenn die Menge der Kohlenwasserstoffe in dem Abgas vermehrt ist. Daher wird in einem derartigen Fall das Pulsdauerverhältnis DR auf 0% festgelegt, um den Temperaturerhöhungsvorgang zu stoppen. Somit kann die Wirkung zum Unterbinden der Kraftstoffverbrauchsverschlechterung verbessert werden.

[0043] Wie dies in der **Fig. 5** gezeigt ist, wird die Menge HC der von der Kraftmaschine 1 ausgelassenen Kohlenwasserstoffe vermehrt, wenn sich das Pulsdauerverhältnis DR bei dem Temperaturerhöhungsvorgang vergrößert. Wenn sich die Menge HC der von der Kraftmaschine 1 ausgelassenen Kohlenwasserstoffe vermehrt, dann erhöht sich die DPF-Temperatur T aufgrund der Reaktionswärme von den Kohlenwasserstoffen, wie dies in **Fig. 6** gezeigt ist. Daher kann die Menge HC der in dem DOC strömenden Kohlenwasserstoffe kontinuierlich oder schrittweise gesteuert werden, indem das Pulsdauerverhältnis DR gemäß der DPF-Temperatur T geändert wird. Somit können die Kohlenwasserstoffe mit der optimalen Menge zum Erhöhen der DPF-Temperatur T auf die Soll-Temperatur T_t oder zum aufrecht erhalten der DPF-Temperatur T nahe der Soll-Tem-

peratur T_t gemäß der DPF-Temperatur T während dieser Zeit zugeführt werden. Infolgedessen kann die DPF-Temperatur T optimal gesteuert werden.

[0044] Das Pulsdauerverhältnis DR wird dadurch geändert, dass eine Periode τ_1 zum Durchführen des Temperaturerhöhungsvorganges in einer vorbestimmten Wiederholzyklusperiode τ_a (zum Beispiel 3s) geändert wird, wie dies in der **Fig. 7** gezeigt ist. Die Periode τ_1 ist gleich oder kürzer als die Wiederholzyklusperiode τ_a . Ein Fußstand „EIN“ bei einer durchgezogenen Linie „T-UP“ in der **Fig. 7** stellt jenen Zustand dar, bei dem der Temperaturerhöhungsvorgang durchgeführt wird, und ein Zustand „AUS“ bei der durchgezogenen Linie T-UP stellt einen Zustand dar, bei dem der Temperaturerhöhungsvorgang unterbrochen ist. In diesem Fall wird das Pulsdauerverhältnis DR dadurch berechnet, dass die Periode τ_1 durch die Wiederholzyklusperiode τ_a dividiert wird. Falls die Temperaturerhöhungseinrichtung die Nacheinspritzung durchführt, dann wird ein Verhältnis zwischen einem Zyklus zum Durchführen der Nacheinspritzung und einem anderen Zyklus zum Nicht-Durchführen der Nacheinspritzung geändert, wie dies in der **Fig. 8** gezeigt ist. An einer durchgezogenen Linie „PULS“, die in der **Fig. 8** gezeigt ist, stellen Vorsprünge „m“ Haupteinspritzpulse zum Durchführen einer Haupteinspritzung dar, und Vorsprünge „p“ stellen Nacheinspritzpulse zum Durchführen der Nacheinspritzung dar. Bei einer durchgezogenen Linie „QPOST“ in der **Fig. 8** wird die Nacheinspritzung in einer Periode „EIN“ durchgeführt, und sie wird in einer Periode „AUS“ unterbrochen. Die Perioden τ_1 , τ_a können mit einem Kurbelwinkel synchronisiert werden.

[0045] Die Temperaturerhöhungseinrichtung ist so konfiguriert, dass die DPF-Temperatur T zu einem vorbestimmten Wert, der größer als die Soll-Temperatur T_t ist, und zwar bei den jeweiligen Betriebszustand, wenn der Temperaturerhöhungsvorgang bei dem Pulsdauerverhältnis Tr von 100% durchgeführt wird. Falls zum Beispiel die Temperaturerhöhungseinrichtung die Nacheinspritzung durchführt, dann speichert die ECU 6 die Nacheinspritzmengen zum Erhöhen der DPF-Temperatur T auf den vorbestimmten Wert (zum Beispiel 750°C), wenn die Nacheinspritzung bei der jeweiligen Drehzahl und der jeweiligen Beschleunigungsvorrichtungsposition für eine ausreichende Periode durchgeführt wird. Die ECU 6 speichert zum Beispiel die Nacheinspritzmengen in der Form einer 2 Dimensionalen Abbildung auf der Grundlage der Drehzahl und der Beschleunigungsvorrichtungsposition.

[0046] Als eine Technik auf der Grundlage eines ähnlichen Konzepts ist ein Verfahren zum Vermehren oder Verringern der Nacheinspritzmenge bei einer Einspritzung auf der Grundlage der erfassten Abgastemperatur bekannt. Bei diesem Verfahren wird die

Menge der Kohlenwasserstoffe, die in dem Abgas enthalten sind, dadurch vermehrt, dass die Nacheinspritzmenge vermehrt wird, wenn die Abgastemperatur niedrig ist, und dass sie dadurch verringert wird, dass die Nacheinspritzmenge verringert wird, wenn die Abgastemperatur hoch ist. Im Allgemeinen werden im Falle der Nacheinspritzung viele Verifikationspunkte und Einstellpunkte hinzugefügt, um die Änderung der Kraftmaschinenabgabe zu korrigieren oder um die Verschlechterung der Emissionen aufgrund der Vermehrung der Nacheinspritzmenge zu verhindern. Die Kraftmaschinenabgabe ändert sich, wenn die Nacheinspritzung durchgeführt wird, da ein Teil des Nacheinspritzkraftstoffes in dem Zylinder verbrannt wird. Daher muss eine Haupteinspritzmenge so korrigiert werden, dass die Kraftmaschinenabgabe in jenem Fall, wenn die Nacheinspritzung durchgeführt wird, mit der Kraftmaschinenabgabe in jenem Fall übereinstimmt, wenn die Nacheinspritzung nicht durchgeführt wird. Falls jedoch der Nacheinspritzkraftstoff bei einer zu späten Zeitgebung eingespritzt wird, nachdem ein Kolben einen oberen Totpunkt passiert hat, dann besteht die Möglichkeit eines Problems, dass der Nacheinspritzkraftstoff eine Zylinderwand erreicht und eine Ölverdünnung hervorruft. Falls im Gegensatz dazu die Nacheinspritzzeitgebung zu früh ist, dann wird das Intervall zwischen der Haupteinspritzung und der Nacheinspritzung zu eng. Infolgedessen wird in einfacher Weise Rauch erzeugt, oder die ausreichenden Kohlenwasserstoff können nicht ausgelassen werden, da der Nacheinspritzkraftstoff in dem Zylinder verbrannt wird.

[0047] Falls sich die Nacheinspritzmenge gemäß der Abgastemperatur allmählich ändert, dann sind zusätzlich daher sehr viele Verifikationen und Einstellung erforderlich, so dass der Bereich zum Vermehren oder Verringern der Nacheinspritzmenge auf einen engen Bereich im praktischen Gebrauch begrenzt ist. Infolgedessen besteht die Möglichkeit, dass das ursprüngliche Ziel vom kontinuierlichen Ändern der Temperatur des DPF 3 nicht hinreichend erreicht werden kann.

[0048] Als nächstes wird die Regenerierungssteuerung, die durch die ECU 6 gemäß dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel durchgeführt wird, auf der Grundlage eines Flussdiagramms beschrieben, das in der **Fig. 9** gezeigt ist. Zunächst nimmt die ECU 6 bei einem Schritt S101 die Abgastemperaturen T1, T2 von den Abgastempersensoren 51, 52 auf, die stromaufwärts und stromabwärts von dem DPF 3 angeordnet sind. Dann wird bei einem Schritt S102 die DPF-Temperatur T auf der Grundlage der Abgastemperaturen T1, T2 berechnet. Eine der Abgastemperaturen T1, T2 kann vereinfacht als die DPF-Temperatur T verwendet werden. Alternativ kann die DPF-Temperatur T aus den Abgastemperaturen T1, T2 berechnet werden. Bei einem Schritt S103 wird die Partikelstoffsammelmeng e PM des DPF 3 ge-

schätzt. Zum Beispiel kann die Partikelstoffsammelmeng e PM auf der Grundlage der Druckdifferenz ΔP über dem DPF 3, die durch den Druckdifferenzsensor 8 erfasst wird, und der Abgasdurchsatzrate QE geschätzt werden, die aus der Abgabe von der Luftdurchsatzmessvorrichtung 53 berechnet wird, indem die Beziehung (in der **Fig. 3** gezeigt) zwischen der Druckdifferenz ΔP über dem DPF 3 und der Partikelstoffsammelmeng e PM hinsichtlich der Durchsatzrate QE des hindurchtretenden Abgases verwendet wird.

[0049] Bei einem Schritt S104 wird bestimmt, ob die geschätzte Partikelstoffsammelmeng e PM einen vorbestimmten Wert α erreicht, bei dem die Regenerierung des DPF 3 erforderlich ist. Falls die Partikelstoffsammelmeng e PM größer ist als der vorbestimmte Wert α , dann wird der Temperaturerhöhungsvorgang des DPF 3 durchgeführt, um den DPF 3 zu regenerieren. Bei dem Temperaturerhöhungsvorgang wird zum Beispiel die Nacheinspritzung durchgeführt. Insbesondere wird eine kleine Kraftstoffmeng e nach der Hauptkraftstoffeinspritzung zusätzlich eingespritzt, die zum Betreiben der Kraftmaschine 1 durchgeführt wird, und zwar bei dem Expansionshub nach dem oberen Totpunkt, so dass die nicht verbrannten Kohlenwasserstoffe erzeugt werden. Die Kohlenwasserstoffe erzeugen Wärme bei der Oxidationsreaktion an dem DOC 4 und führen das Abgas mit hoher Temperatur dem DPF 3 zu. Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S104 „NEIN“ lautet, dann wird die Nacheinspritzung nicht durchgeführt, und die Verarbeitung wird direkt beendet.

[0050] Bei einem Schritt S105 wird bestimmt, ob die DPF-Temperatur T kleiner ist als ein vorbestimmter Wert T1 (zum Beispiel 200°C). der vorbestimmte Wert T1 ist eine Aktivierungstemperatur des Oxidationskatalysators. Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S105 „JA“ lautet oder falls die DPF-Temperatur T kleiner ist als die vorbestimmte Temperatur T1 (zum Beispiel 200°C), dann wird der Oxidationskatalysator nicht aktiviert, so dass die Temperaturerhöhungswirkung nicht erreicht wird, auch wenn die Kohlenwasserstoffe dem DOC 4 geführt werden. Daher wird die Nacheinspritzung dadurch gestoppt, dass das Pulsdauerverhältnis auf 0% festgelegt wird. Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S105 „NEIN“ lautet, dann wird bestimmt, ob die DPF-Temperatur T größer ist als ein vorbestimmter Wert T2 (zum Beispiel 700°C) bei einem Schritt S106. Falls die DPF-Temperatur T größer ist als der vorbestimmte Wert (zum Beispiel 700°C), dann besteht die Möglichkeit der Verschlechterung des Oxidationskatalysators oder Beschädigung des DPF 3. Daher wird das Pulsdauerverhältnis DR auf 0% festgelegt, und die Nacheinspritzung wird gestoppt.

[0051] Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S106 „NEIN“ lautet, dann die schreitet die Ver-

arbeitung zu einem Schritt S107 weiter, und es wird bestimmt, ob die DPF-Temperatur T kleiner ist als ein vorbestimmter Wert T_3 (zum Beispiel 550°C). Falls die DPF-Temperatur T kleiner ist als der vorbestimmte Wert T_3 (zum Beispiel 550°C), dann ist die DPF-Temperatur T viel kleiner als die Soll-Temperatur T_t (z.B. 650°C). Daher wird das Pulsdauerverhältnis DR auf einen Wert DR_D festgelegt (zum Beispiel 100%), um die DPF-Temperatur T schnell zu erhöhen. Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S107 „NEIN“ lautet, dann schreitet die Verarbeitung zu einem Schritt S108 weiter, und es wird bestimmt, ob die DPF-Temperatur T größer ist als ein vorbestimmter Wert T_4 (zum Beispiel 660°C). Falls die DPF-Temperatur T größer ist als der vorbestimmte Wert T_4 (zum Beispiel 660°C), dann ist die DPF-Temperatur T geringfügig größer als die Soll-Temperatur T_t (zum Beispiel 650°C). Daher wird das Pulsdauerverhältnis DR auf ein Verhältnis DR_B (zum Beispiel 55%) festgelegt, um die DPF-Temperatur T zu verringern. Das Verhältnis DR_B wird auf einen bestimmten Wert (zum Beispiel 55%) festgelegt, wodurch die DPF-Temperatur T kleiner wird als die Soll-Temperatur T_t , wie dies in der **Fig. 4** gezeigt ist.

[0052] Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S108 „NEIN“ lautet, dann schreitet die Verarbeitung zu einem Schritt S109 weiter, und es wird bestimmt, ob die DPF-Temperatur T kleiner ist als ein vorbestimmter Wert T_5 (zum Beispiel 640°C). Falls die DPF-Temperatur T kleiner ist als der vorbestimmte Wert T_5 (z.B. 640°C), dann ist die DPF-Temperatur T geringfügig kleiner als die Soll-Temperatur T_t (zum Beispiel 650°C). Daher wird das Pulsdauerverhältnis DR auf ein Verhältnis DR_C (zum Beispiel 65%) festgelegt, um die DPF-Temperatur T zu erhöhen. Das Verhältnis DR_C wird auf einen bestimmten Wert (zum Beispiel 65%) festgelegt, wodurch die DPF-Temperatur T größer wird als die Soll-Temperatur T_t , wie dies in der **Fig. 4** gezeigt ist.

[0053] Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S109 „NEIN“ lautet, oder falls die DPF-Temperatur T größer ist als der vorbestimmte Wert T_5 (zum Beispiel 640°C) oder kleiner als der vorbestimmte Wert T_4 (zum Beispiel 660°C), dann schreitet die Verarbeitung zu einem Schritt S110 weiter, und das Pulsdauerverhältnis DR wird auf ein Verhältnis DR_A (zum Beispiel 60%) festgelegt. Das Pulsdauerverhältnis DR_A wird auf einen bestimmten Wert (zum Beispiel 60%) festgelegt, wodurch die DPF-Temperatur T gleich der Soll-Temperatur T_t wird, wie dies in der **Fig. 4** gezeigt ist. Der vorbestimmte Wert T_3 (zum Beispiel 550°C) ist größer als der vorbestimmte Wert T_1 (zum Beispiel 200°C). Der vorbestimmte Wert T_5 (zum Beispiel 640°C) ist größer als der vorbestimmte Wert T_3 (zum Beispiel 550°C). Der vorbestimmte Wert T_4 (zum Beispiel 660°C) ist größer als der vorbestimmte Wert T_5 (zum Beispiel 640°C).

[0054] Eine Wirkung des gegenwärtigen Ausführungsbeispiels ist in einem Zeitdiagramm in der **Fig. 10** gezeigt. Das in der **Fig. 10** gezeigte Zeitdiagramm ist ein Beispiel der Regenerierungssteuerung, die durch die ECU 6 durchgeführt wird, auf der Grundlage des in der **Fig. 9** gezeigten Flussdiagramme. Wie dies in der **Fig. 10** gezeigt ist, ist die DPF-Temperatur T bei dem Start der Regenerierungssteuerung niedrig. Dabei wird bestimmt, dass die Wirkung des Temperaturerhöhungsvorganges niedrig ist, so dass das Pulsdauerverhältnis DR auf 0% festgelegt wird. Wenn die DPF-Temperatur T gleich oder größer als die Aktivierungstemperatur des Oxidationskatalysators bei einem Zeitpunkt t_1 wird, dann wird das Pulsdauerverhältnis DR auf 100% festgelegt, und die DPF-Temperatur T wird schnell erhöht. Falls sich die DPF-Temperatur T der Soll-Temperatur T_t annähert, dann wird das Pulsdauerverhältnis DR schrittweise verringert, so dass sich die DPF-Temperatur T allmählich erhöht. Falls die DPF-Temperatur T kleiner wird als Soll-Temperatur T_t aufgrund der Verringerung des Pulsdauerverhältnisses DR , dann wird das Pulsdauerverhältnis DR schrittweise erhöht, um die DPF-Temperatur T allmählich zu erhöhen. Durch die Wiederholung von diesen Vorgängen kann die DPF-Temperatur T nahe der Soll-Temperatur T_t aufrecht erhalten werden, wie dies durch eine durchgezogene Linie „a“ in der **Fig. 11** gezeigt ist. Verglichen mit dem Fall des herkömmlichen Temperatursteuerverfahrens, das durch eine durchgezogene Linie „b“ in der **Fig. 11** gezeigt ist, hat das Verfahren gemäß dem gegenwärtigen Ausführungsbeispiel eine ausgezeichnete Steuerbarkeit der DPF-Temperatur T , wie dies durch die durchgezogene Linie „a“ in der **Fig. 11** gezeigt wird, und die Möglichkeit der Verschlechterung des DOC 4 oder der Beschädigung des DPF 3 ist stark reduziert. Somit kann die Verschlechterung des Kraftstoffverbrauchs verhindert werden, die dann hervorgerufen werden würde, wenn die Partikelstoffe verbrannt werden können. Infolgedessen kann die Regenerierungssteuerung des DPF 3 effizient durchgeführt werden.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0055] Als nächstes wird eines Regenerierungssteuerung, die durch eine ECU 6 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird, auf der Grundlage der **Fig. 12** beschrieben. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel wird das Pulsdauerverhältnis DR gemäß der DPF-Temperatur T kontinuierlich geändert. Zunächst nimmt die ECU 6 bei einem Schritt S201 die Abgastemperaturen T_1 , T_2 von den Abgastempertursensoren 51, 52 auf, die stromaufwärts bzw. stromabwärts von dem DPF 3 angeordnet sind. Bei einem Schritt S202 wird die DPF-Temperatur T auf der Grundlage der Abgastemperaturen T_1 , T_2 berechnet. Die Temperatur T_1 oder die Temperatur T_2 kann

vereinfacht als die DPF-Temperatur T verwendet werden. Alternativ kann die DPF-Temperatur T aus den Temperaturen T_1 , T_2 berechnet werden. Bei einem Schritt S203 wird die Partikelstoffsammelmenge durch PM des DPF 3 geschätzt. Zum Beispiel wird die Partikelstoffsammelmenge PM aus der Druckdifferenz ΔP über den DPF 3 geschätzt, die durch den Druckdifferenzsensor 8 erfasst wird, und auf der Abgasdurchsatzrate QE, die aus der Abgabe von der Luftdurchsatzmessvorrichtung 53 berechnet wird, und zwar auf der Grundlage der Beziehung (in der Fig. 3 gezeigt) zwischen der Druckdifferenz ΔP über dem DPF 3 und der Partikelstoffsammelmenge PM hinsichtlich der Durchsatzrate QE des hindurchtretenden Abgases.

[0056] Bei einem Schritt S204 wird bestimmt, ob die geschätzte Partikelstoffsammelmenge PM einen vorbestimmten Wert α erreicht, bei dem die Regenerierung des DPF 3 erforderlich ist. Falls die Partikelstoffsammelmenge PM größer ist als der vorbestimmte Wert α , dann wird der Temperaturerhöhungsvorgang des DPF 3 durchgeführt, um den DPF 3 zu regenerieren. Zum Beispiel wird die Nacheinspritzung als der Temperaturerhöhungsvorgang durchgeführt. Insbesondere wird eine kleine Kraftstoffmenge zusätzlich nach der Hauptkraftstoffeinspritzung eingespritzt, die zum Betreiben der Kraftmaschine durchgeführt wird, und zwar bei dem Expansionshub nach dem oberen Totpunkt, um nicht verbrannte Kohlenwasserstoffe zu erzeugen. Die Kohlenwasserstoffe erzeugen die Wärme durch die Oxidationsreaktion an dem DOC 4. Somit wird das Abgas mit hoher Temperatur bei dem DPF 3 vorgesehen. Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S204 „NEIN“ lautet, dann wird die Nacheinspritzung nicht durchgeführt, und die Verarbeitung wird direkt beendet.

[0057] Bei einem Schritt S205 wird bestimmt, ob die DPF-Temperatur T kleiner ist als ein vorbestimmter Wert T_1 (zum Beispiel 200°C). Der vorbestimmte Wert T_1 ist die Aktivierungstemperatur des Oxidationskatalysators. Falls die DPF-Temperatur T kleiner ist als der vorbestimmte Wert T_1 (zum Beispiel 200°C), dann wird bestimmt, dass der Oxidationskatalysator nicht aktiviert ist, so dass die Temperaturerhöhungswirkung nicht erreicht werden kann, auch wenn die Kohlenwasserstoffe dem DOC 4 zugeführt werden. Daher wird die Nacheinspritzung dadurch gestoppt, dass das Pulsdauerverhältnis DR auf 0% festgelegt wird. Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S205 „NEIN“ lautet, dann wird bestimmt, ob die DPF-Temperatur T größer ist als ein vorbestimmter Wert T_2 (zum Beispiel 700°C) bei einem Schritt S206. Falls die DPF-Temperatur T größer ist als der vorbestimmte Wert T_2 (zum Beispiel 700°C), dann besteht die Möglichkeit der Verschlechterung des Oxidationskatalysators oder der Beschädigung des DPF 3. Daher wird die Nacheinspritzung dadurch gestoppt, dass das Pulsdauerverhältnis DR

auf 0% festgelegt wird. Der vorbestimmte Wert T_2 ist größer als der vorbestimmte Wert T_1 .

[0058] Falls das Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt S206 „NEIN“ lautet, dann schreitet die Verarbeitung zu einem Schritt S207 weiter, und eine Abweichung ΔT der gegenwärtigen DPF-Temperatur T von der Soll-Temperatur T_t (zum Beispiel 650°C) wird berechnet. Dann wird bei einem Schritt S208 das Pulsdauerverhältnis DR auf der Abweichung ΔT unter Verwendung einer Funktion $K(\Delta T)$ berechnet, die durch einen folgenden Ausdruck (1) ausgedrückt wird.

$$K(\Delta T) = -K_p \times \Delta T + A_0 \quad (1)$$

[0059] Bei dem Ausdruck (1) stellt K_p einen vorbestimmten positiven Koeffizienten dar, und A_0 ist eine bestimmte Konstante zum Vorsehen eines Pulsdauerverhältnisses (zum Beispiel 60%), bei dem die DPF-Temperatur T mit der Soll-Temperatur T_t übereinstimmt, wenn die Abweichung ΔT Null beträgt.

[0060] Auch bei dieser Steuerung des zweiten Ausführungsbeispiels können ähnliche Wirkungen zum schnellen Erhöhen der DPF-Temperatur T auf die Soll-Temperatur T_t und zum aufrecht erhalten der DPF-Temperatur T nahe der Soll-Temperatur T_t bei dem Regenerierungsvorgang erreicht werden.

[0061] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern sie kann in vielen anderen Möglichkeiten implementiert werden, ohne dass der Umfang der Erfindung verlassen wird.

[0062] Ein Abgasreinigungssystem einer Dieselmotorkraftmaschine (1) hat einen Dieselpartikelfilter (einen DPF) (3), der in einem Abgaskanal (2) angeordnet ist, und einen Dieseloxidationskatalysator (einen DOC) (4), der stromaufwärts von dem DPF (3) angeordnet ist. Wenn eine elektronische Steuereinheit (eine ECU) (6) einen Temperaturerhöhungsvorgang wie zum Beispiel eine Nacheinspritzung durchführt, um in dem DPF (3) gesammelte Partikelstoffe zu beseitigen, dann wird ein Verhältnis (ein Pulsdauerverhältnis) zwischen einer Wirkperiode und einer Unterbrechungsperiode des Temperaturerhöhungsvorganges gemäß der Temperatur des DPF (3) geändert. Somit wird eine Kohlenwasserstoffmenge, die dem DOC (4) zugeführt wird, schrittweise oder kontinuierlich gesteuert. Somit kann die Temperatur des DPF (3) auf die Soll-Temperatur schnell erhöht werden, und sie kann nahe der Soll-Temperatur aufrecht erhalten werden, wenn die Regenerierung des DPF (3) durchgeführt wird.

Patentansprüche

1. Abgasreinigungssystem einer Brennkraftma-

schine (1), gekennzeichnet durch:

einen Partikelfilter (3), der in einem Abgaskanal (2) der Brennkraftmaschine (1) angeordnet ist;
 eine Temperaturerhöhungseinrichtung zum Erhöhen einer Temperatur des Partikelfilters (3);
 einer Temperaturschätzeinrichtung (S101, S102, S201, S202) zum Schätzen der Temperatur des Partikelfilters (3);
 einer Partikelstoffsammelmengenschätzeinrichtung (S103, S203) zum Schätzen einer Menge der in dem Partikelfilter (3) gesammelten Partikelstoffe;
 eine Regeneriereinrichtung zum Regenerieren des Partikelfilters (3) durch Erhöhen der Temperatur des Partikelfilters (3) auf einen vorbestimmten Wert durch einen Betrieb der Temperaturerhöhungseinrichtung und durch Beseitigen der in dem Partikelfilter (3) gesammelten Partikelstoffe durch eine Verbrennung, wenn die Menge der in dem Partikelfilter (3) gesammelten Partikelstoffe, die durch die Partikelstoffsammelmengenschätzeinrichtung (S103, S203) geschätzt wird, einen vorbestimmten Wert überschreitet; und
 eine Energieeingabemengenbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208), die bei der Regeneriereinrichtung enthalten ist, um eine Energiemenge zu bestimmen, die durch die Temperaturerhöhungseinrichtung eingegeben wird, und zwar gemäß der Temperatur des Partikelfilters (3), die durch die Temperaturschätzeinrichtung (S101, S102, S201, S202) geschätzt wird.

2. Abgasreinigungssystem der Brennkraftmaschine (1) gemäß Anspruch 1, des weiteren dadurch gekennzeichnet, dass die Energieeingabemengenbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208) eine Pulsdauerverhältnisbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208) beinhaltet, um ein Pulsdauerverhältnis zwischen einer Wirkperiode und einer Unterbrechungsperiode des Temperaturerhöhungsvorganges zu bestimmen, der durch die Temperaturerhöhungseinrichtung durchgeführt wird, und zwar gemäß der Temperatur des Partikelfilters (3), die durch die Temperaturschätzeinrichtung (S101, S102, S201, S202) geschätzt wird.

3. Abgasreinigungssystem der Brennkraftmaschine (1) gemäß Anspruch 2, des weiteren dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauerverhältnisbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208) ein Verhältnis einer Periode zum Durchführen des Temperaturerhöhungsvorganges in einer vorbestimmten Zyklusperiode hinsichtlich der vorbestimmten Zyklusperiode jeweils in vorbestimmten Zyklen gemäß der Temperatur des Partikelfilters (3) bestimmt.

4. Abgasreinigungssystem der Brennkraftmaschine (1) gemäß Anspruch 3, des weiteren dadurch gekennzeichnet, dass der Partikelfilter (3) ein Keramikfilter ist, der an seiner stromaufwärtigen Seiten ei-

nen Oxidationskatalysator (4) aufweist oder den Oxidationskatalysator (4) daran stützt.

5. Abgasreinigungssystem der Brennkraftmaschine (1) gemäß Anspruch 4, des weiteren dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturerhöhungseinrichtung eine Kohlenwasserstoffmenge vermehrt, die in dem Abgas enthalten ist, und die Temperatur des Partikelfilters (3) durch Nutzen von Reaktionswärme erhöht, die von den Kohlenwasserstoffen an dem Oxidationskatalysator (4) erzeugt wird.

6. Abgasreinigungssystem der Brennkraftmaschine (1) gemäß Anspruch 5, des weiteren dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturerhöhungseinrichtung die in dem Abgas enthaltene Kohlenwasserstoffmenge vermehrt, indem zumindest eine Nachspritzung, eine Verzögerung einer Kraftstoffeinspritzzeitgebung, eine Begrenzung einer Einlassluftdurchsatzrate oder eine Vermehrung einer Abgasrückführungsmenge des Abgases durchgeführt wird, die zur Einlassluft zurück geführt wird.

7. Abgasreinigungssystem der Brennkraftmaschine (1) gemäß Anspruch 4, des weiteren dadurch gekennzeichnet, dass

die Pulsdauerverhältnisbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208) das Pulsdauerverhältnis auf einen Standardwert festlegt, falls eine Abgabe von der Temperaturschätzeinrichtung (S101, S102, S201, S202) innerhalb eines vorbestimmten Bereiches hinsichtlich der Soll-Temperatur ist,

die Pulsdauerverhältnisbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208) das Pulsdauerverhältnis hinsichtlich des Standardwertes verringert, falls die Abgabe von der Temperaturschätzeinrichtung (S101, S102, S201, S202) zumindest um einen vorbestimmten Wert größer ist als die Soll-Temperatur,

die Pulsdauerverhältnisbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208) das Pulsdauerverhältnis hinsichtlich des Standardwertes vergrößert, falls die Abgabe von der Temperaturschätzeinrichtung (S101, S102, S201, S202) zumindest um einen vorbestimmten Wert kleiner ist als die Soll-Temperatur,

die Pulsdauerverhältnisbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208) den Betrieb der Temperaturerhöhungseinrichtung dadurch stoppt, dass das Pulsdauerverhältnis auf Null festgelegt wird, falls die Abgabe von der Temperaturschätzeinrichtung (S101, S102, S201, S202) ausreichend hoch ist, dass eine Beschädigung des Partikelfilters (3) oder eine Verschlechterung des Oxidationskatalysators (4) bewirkt würde, und

die Pulsdauerverhältnisbestimmungseinrichtung (S105 bis S110, S205 bis S208) den Betrieb der Temperaturerhöhungseinrichtung dadurch stoppt, dass das Pulsdauerverhältnis auf Null festgelegt wird, falls die Abgabe von der Temperaturschätzeinrichtung

(S101, S102, S201, S202) kleiner ist als eine Aktivierungstemperatur des Oxidationskatalysators (4).

8. Abgasreinigungssystem der Brennkraftmaschine (1) gemäß Anspruch 1, des weiteren dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturschätzeinrichtung (S101, S102, S201, S202) die Temperatur des Partikelfilters (3) auf der Grundlage einer Abgabe von einem Temperatursensor (51, 52), der stromaufwärts oder stromabwärts von dem Partikelfilter (3) angeordnet ist, oder auf der Grundlage von Abgaben von Temperatursensoren (51, 52) schätzt, die stromaufwärts und stromabwärts von dem Partikelfilter (3) angeordnet sind.

9. Abgasreinigungssystem der Brennkraftmaschine (1) gemäß Anspruch 1, des weiteren dadurch gekennzeichnet, dass die Partikelstoffsammelmenge-schätzeinrichtung (S103, S203) die Menge der in dem Partikelfilter (3) gesammelten Partikelstoffe zumindest auf der Grundlage einer Druckdifferenz über den Partikelfilter (3) oder eines Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (1) schätzt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

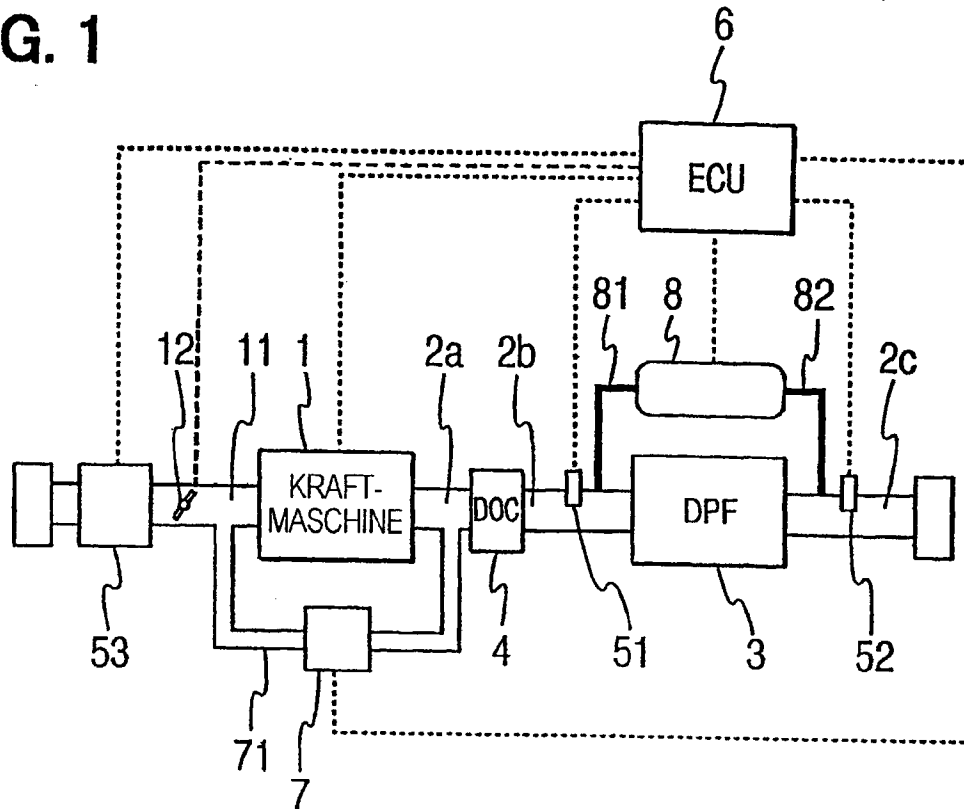


FIG. 2

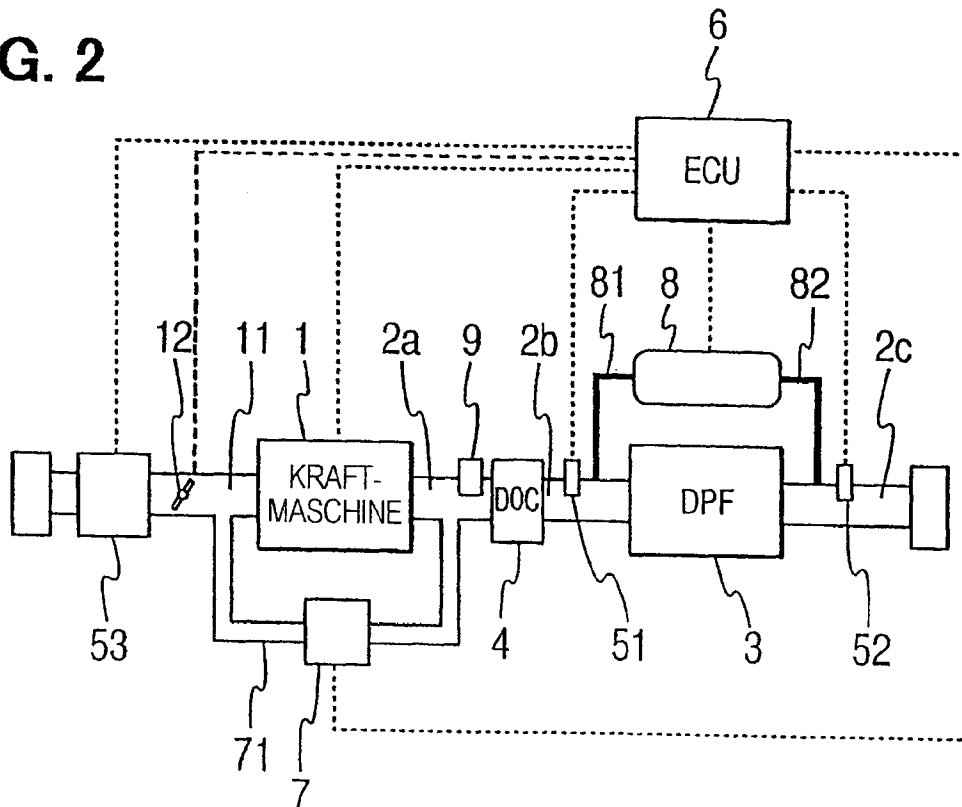


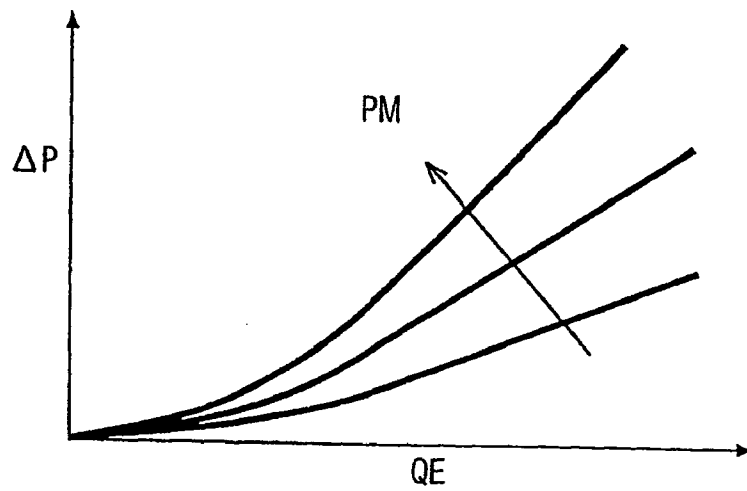
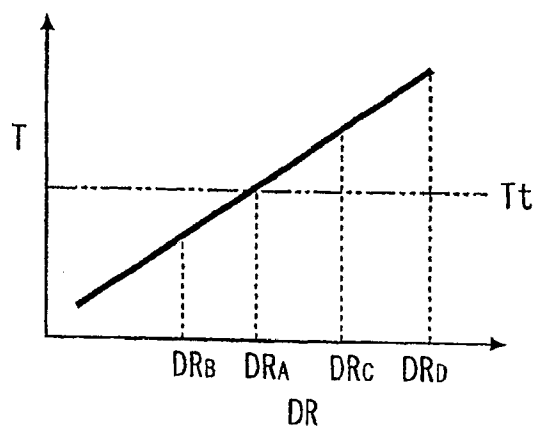
FIG. 3**FIG. 4**

FIG. 5

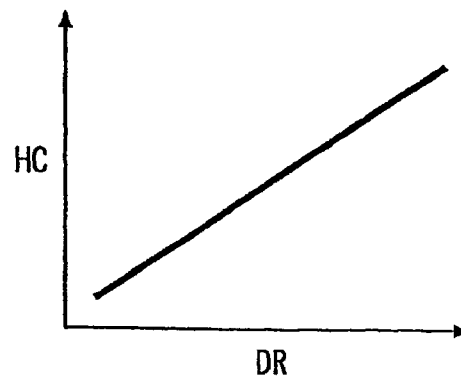


FIG. 6

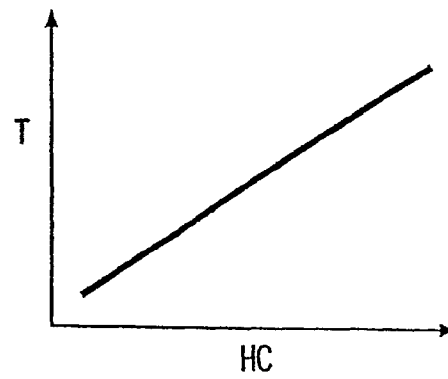


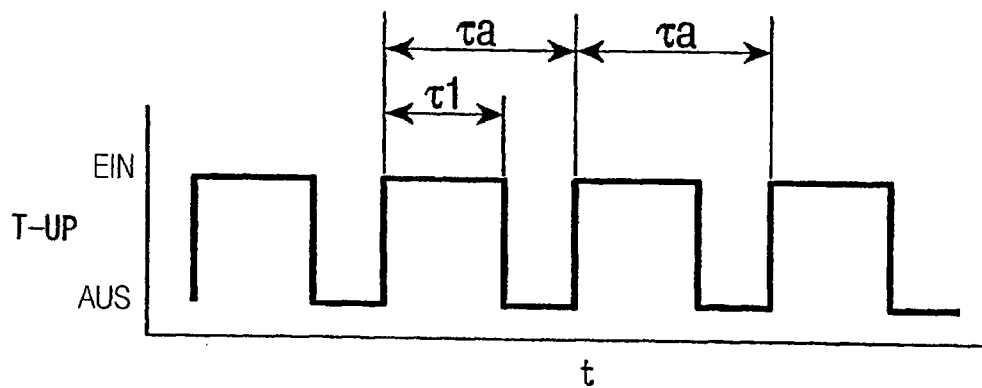
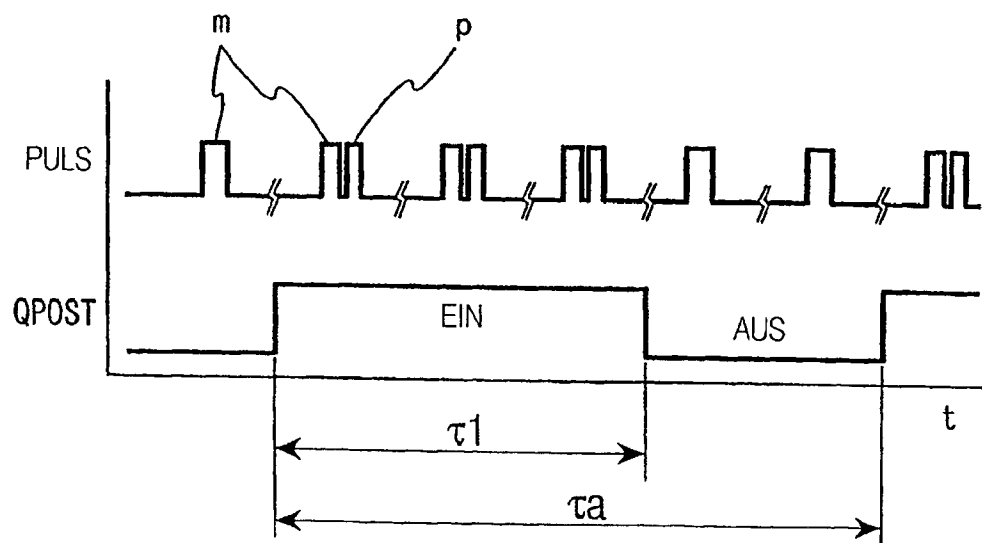
FIG. 7**FIG. 8**

FIG. 9

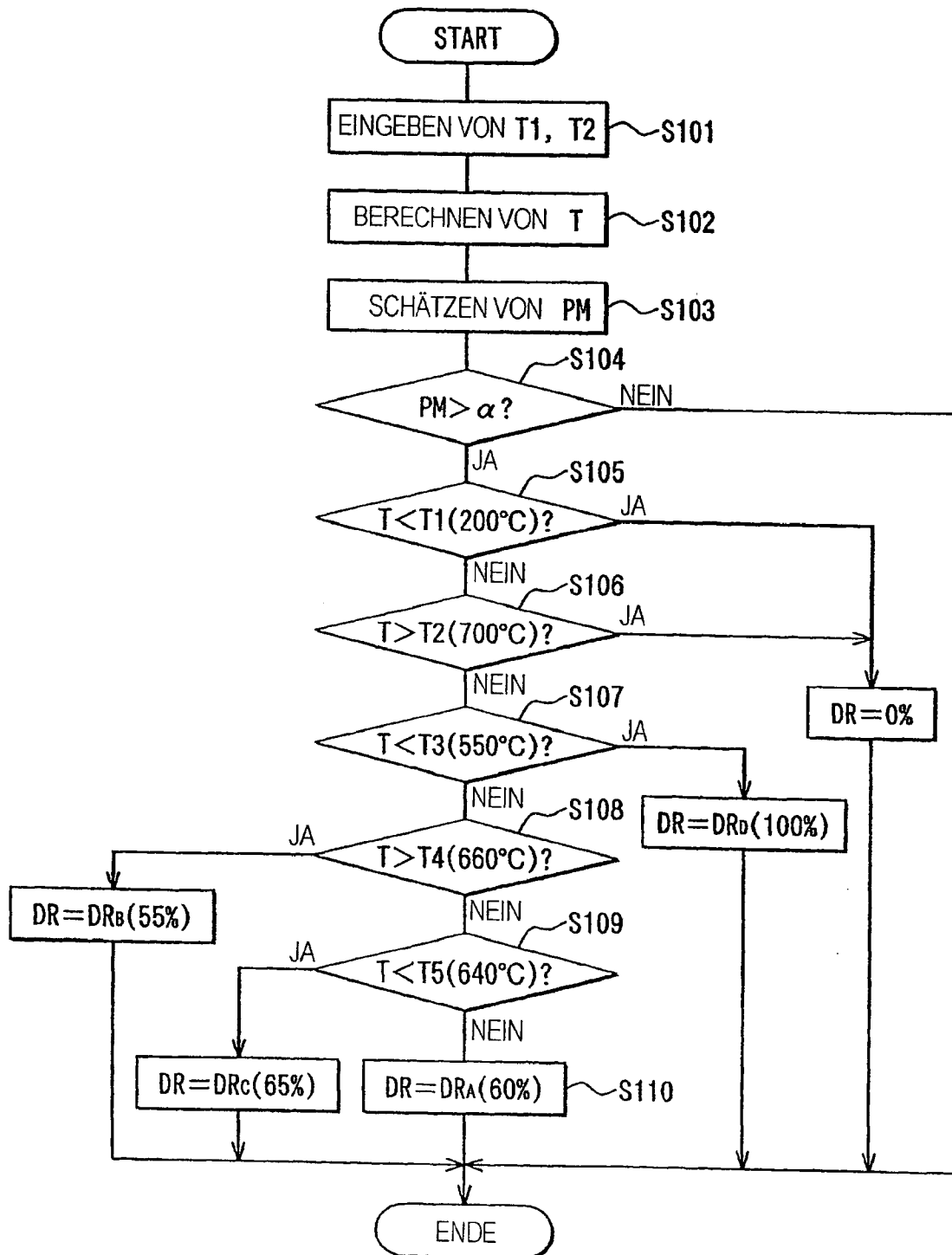


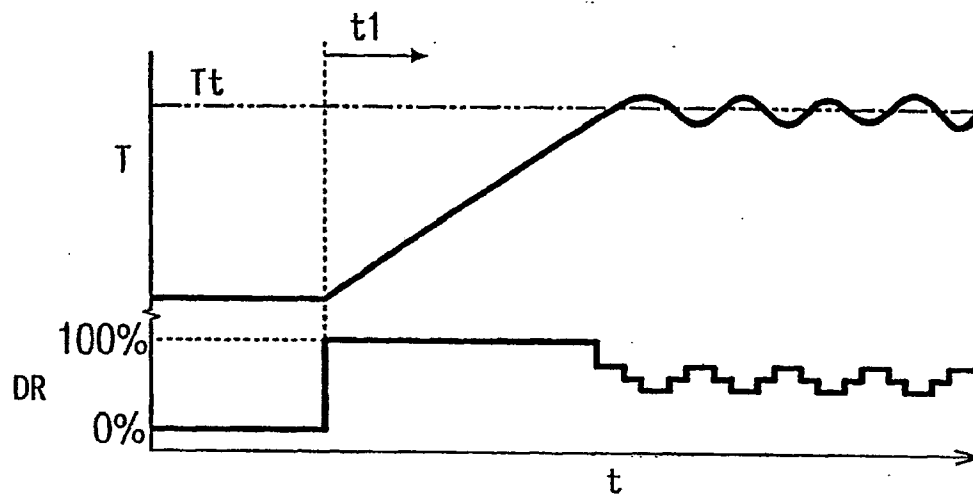
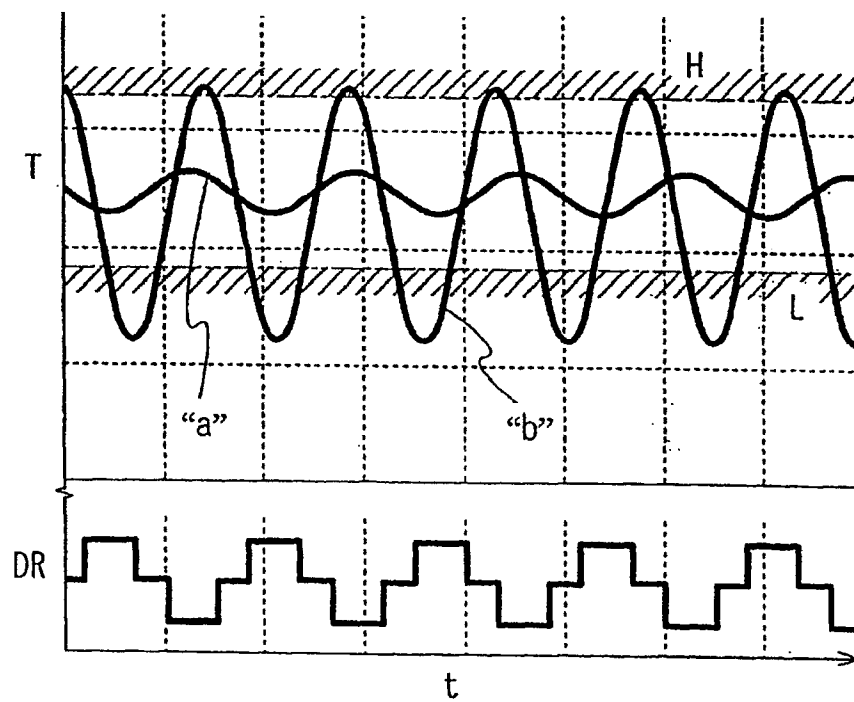
FIG. 10**FIG. 11**

FIG. 12

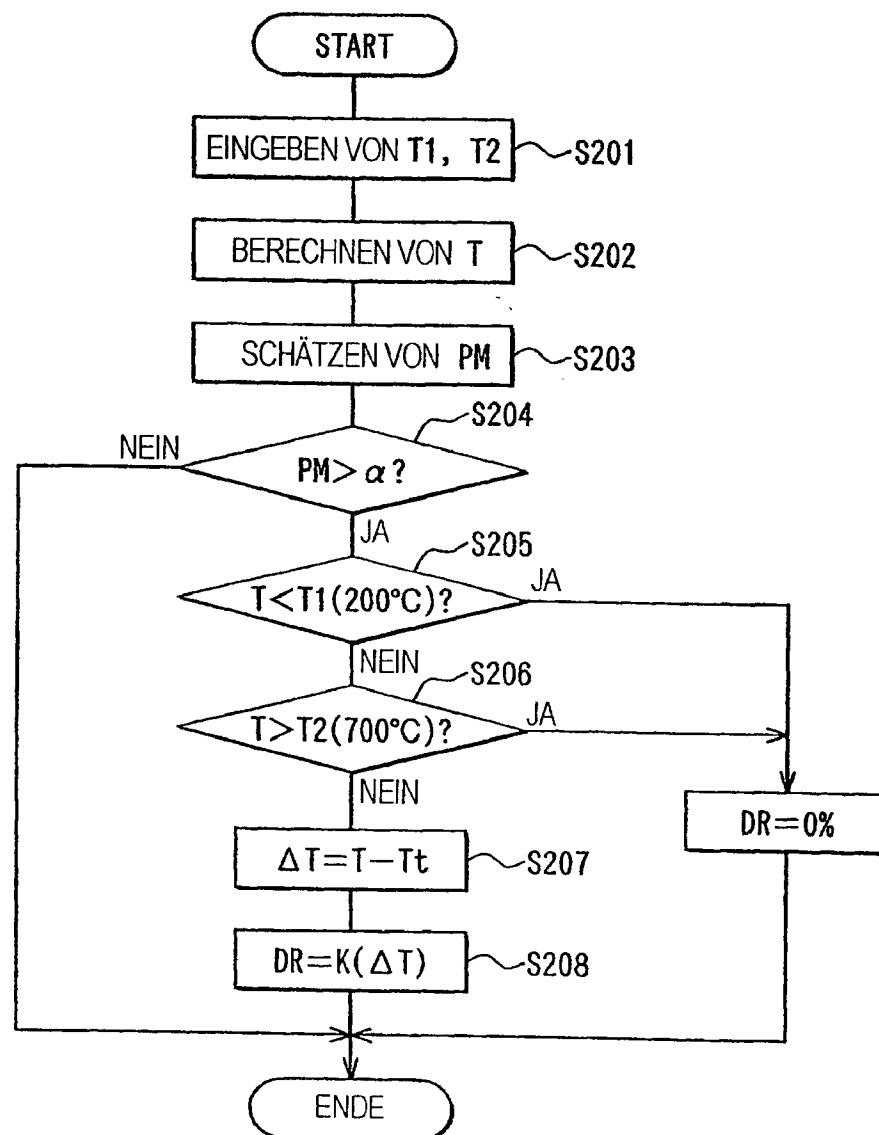


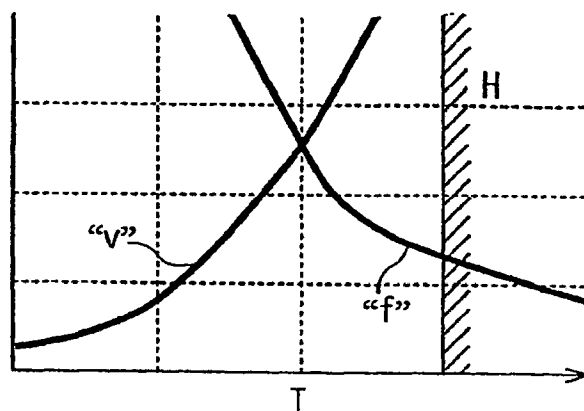
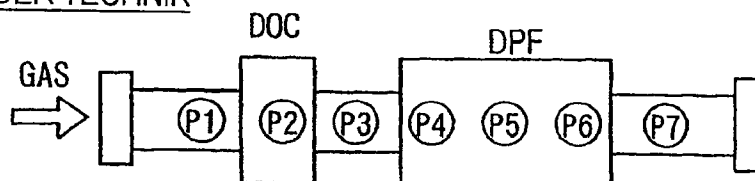
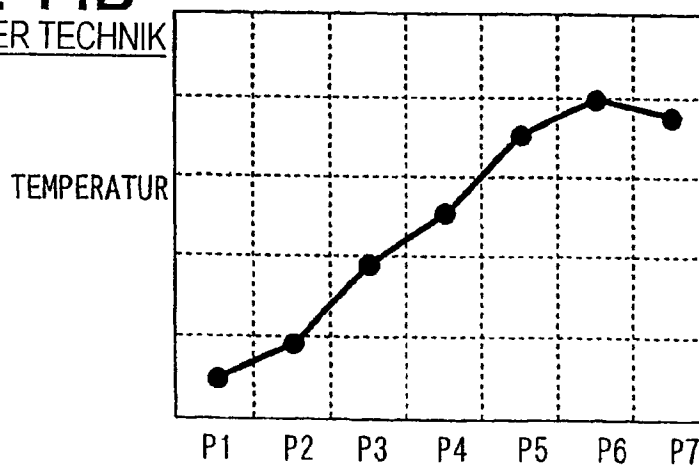
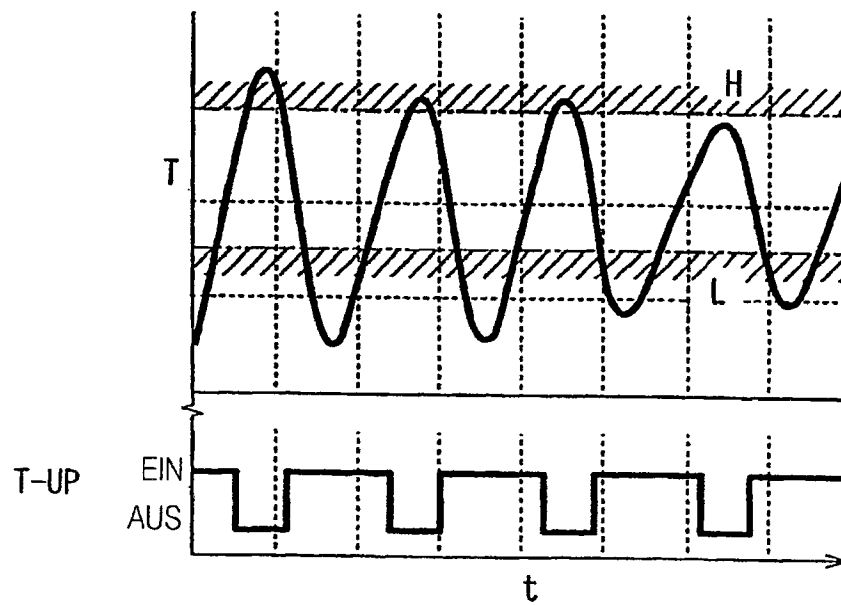
FIG. 13STAND DER TECHNIK**FIG. 14A**STAND DER TECHNIK**FIG. 14B**STAND DER TECHNIK

FIG. 15STAND DER TECHNIK**FIG. 16**STAND DER TECHNIK